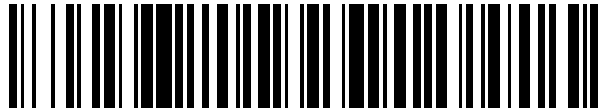


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 451**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2012 E 12725098 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2714378**

54 Título: **Procedimiento de control de la holgura entre cintas depositadas por un cabezal distribuidor y subconjunto de cabezal distribuidor con dispositivo de control integrado**

30 Prioridad:

31.05.2011 FR 1154774
15.06.2011 FR 1155228

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.01.2016

73 Titular/es:

FIVES MACHINING (100.0%)
494 Rue Actipole les Tours
46400 Saint-Laurent-les-Tours, FR

72 Inventor/es:

CAYMENT, MICHEL ROBERT JOSÉ y
MARQUES, PHILIPPE CLAUDE

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 557 451 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de control de la holgura entre cintas depositadas por un cabezal distribuidor y subconjunto de cabezal distribuidor con dispositivo de control integrado.

5

[0001] La presente invención se refiere a la fabricación de componentes utilizando cintas colocadas por un cabezal distribuidor y, en concreto, al control de calidad de esa colocación, en especial comprobando la holgura entre las cintas.

10 **[0002]** En la fabricación de diversos componentes como las alas de avión, es una práctica conocida por ejemplo la del documento US 4842684, a nombre del solicitante, en la que se pone automáticamente en un molde o herramienta de colocación, gracias a un robot o a una máquina equipada con un cabezal distribuidor, una cinta compuesta formada por elementos de fibras (carbono, vidrio, Kevlar®, etc.) adheridas por impregnación con una resina termoendurecible (en cuyo caso los elementos suelen sostenerse en una cinta de soporte de papel o de film plástico) o con una resina termoplástica. La cinta de material compuesto se desenrolla de una bobina para pasar por el cabezal distribuidor, donde la cinta de fibras preimpregnadas se separa de la cinta de soporte, que pasa a un mandril de enrollamiento, mientras que la preimpregnada se aplica al molde o a las capas ya colocadas por medio de un instrumento de compactación constituido normalmente por un rodillo o un aplicador unido al cabezal distribuidor. Se guía mediante los medios adecuados a la preimpregnada hasta la zona de colocación, más baja que el circuito de la cinta, y se garantiza la separación de la preimpregnada y de su soporte lo más cerca posible del órgano de colocación. El cabezal distribuidor se monta móvil en varios ejes (generalmente cinco o seis ejes) de manera que se adapte a las formas cada vez más complejas de los componentes que se vayan a realizar utilizando esta técnica. Este cabezal se mueve a gran velocidad, por ejemplo a 1 m/s.

25 **[0003]** Teniendo en cuenta las formas de los componentes producidos, y en particular de sus bordes, conviene no solo colocar porciones de cinta de «ancho completo», con cuatro lados, sino también secciones de diversas formas, obtenidas mediante cortes complejos de la cinta.

30 **[0004]** Para los cortes transversales de formas simples, se utiliza un proceso de colocación de una sola etapa que implica el corte *in situ* de las cintas que se van a colocar y su inmediata colocación por la misma máquina. Una cuchilla mecánica o de ultrasonido corta la cinta preimpregnada directamente en su papel de soporte pero sin cortar este último, que tras la separación se enrollará de nuevo en el mandril.

35 **[0005]** Para las cintas que se vayan a cortar con formas complejas, se utiliza un proceso de dos etapas, en el que el corte se hace en una fase anterior del procedimiento, con una primera máquina especializada y donde o bien se dejan los sucesivos trozos previamente cortados en la cinta de soporte inicial o bien se colocan entre dos protectores y se enrollan en un carrete instalado a continuación en el cabezal distribuidor.

40 **[0006]** Tanto si se trata del proceso de una sola etapa como del de dos, para colocar las cintas preimpregnadas se utiliza un cabezal distribuidor que puede ser simple o doble. Dicho cabezal incluye dos circuitos de distribución de cinta que desembocan más abajo en una zona de colocación del extremo inferior del cabezal. Los documentos FR2888156, FR2894510 y FR2949378, a nombre del solicitante, presentan ejemplos de realización de cabezales distribuidores dobles, generalmente con dos órganos de compactación (rodillos en este caso), uno por circuito, que pueden ser de diferentes anchuras. Estos dos rodillos suelen estar muy próximos entre sí, dejando apenas un estrecho espacio entre ambos, por lo general de menos de dos centímetros.

50 **[0007]** Es importante comprobar constantemente la calidad de la colocación de la cinta por parte del cabezal distribuidor y en particular verificar que los distintos segmentos de cinta no se superpongan sino que, por el contrario, exista entre ellos la holgura necesaria.

[0008] Esta inspección puede hacerse de modo puramente visual, con ayuda de unas lupas de medición. Pero resulta muy difícil porque las cintas de carbono son negras y no se distinguen bien las holguras; los componentes examinados pueden ser muy grandes y anchos, lo que obliga al operador encargado de la inspección visual a subirse a los componentes a riesgo de dañarlos; por último, el número de holguras que se deben comprobar es sumamente elevado, ya que puede haber, por ejemplo, 10 000 cintas complejas que comprobar en un componente.

[0009] Por tanto, es conveniente encontrar un procedimiento y un dispositivo automático de control de la holgura.

- 5 **[0010]** Se ha intentado comprobar las holguras mediante la adecuada iluminación de la superficie y la observación de la misma a través de una cámara, cuyas imágenes (contrastes) se analizan: la experiencia demuestra la baja fiabilidad de los resultados, que no supera el 70 %.
- [0011]** Además, se comprobó que las variaciones de la distancia entre la cámara y la superficie observada podían causar dificultades para enfocar la cámara de control y obligaban a corregir la altura medida, teniendo en cuenta esa distancia.
- 10 **[0012]** Por otra parte, la zona ideal en la que se puede efectuar el control, justo en la parte de los dos rodillos de compactación en el caso de un cabezal distribuidor doble, es bastante estrecha y deja poco espacio para instalar equipos de inspección.
- 15 **[0013]** El documento US 2007/271064 da a conocer un subconjunto de distribución que tiene las características de dispositivo y procedimiento mencionadas en los preámbulos de las reivindicaciones adjuntas 1 y 6.
- [0014]** El documento US 2007/229805 da a conocer un dispositivo de control incluido en un cabezal distribuidor.
- 20 **[0015]** Pero hay que encontrar un dispositivo y un procedimiento que mejoren la fiabilidad de los sistemas existentes y que se puedan instalar en una zona estrecha del dispositivo distribuidor.
- [0016]** El objetivo de la invención es por tanto proporcionar un procedimiento y un dispositivo integrado de control de las holguras entre las cintas o, de forma más general, de la superficie de las cintas colocadas, que superen estas dificultades.
- 25 **[0017]** La invención consigue su objetivo gracias a un subconjunto de cabezal distribuidor para depositar en una herramienta de colocación una cinta preimpregnada llevada al subconjunto, que tiene más abajo al menos un órgano de colocación y un órgano de compactación de la cinta preimpregnada, y un dispositivo de control de la superficie de la cinta y, especialmente, de la holgura entre cintas, siendo este dispositivo un dispositivo de perfilometría que consta de una fuente de luz láser que proyecta un haz luminoso sobre la superficie inspeccionada y de una cámara para captar la imagen del haz de luz proyectado. Dicho dispositivo se caracteriza porque dispone de un prisma situado cerca de la superficie inspeccionada en el eje de la cámara para enviar a la cámara la imagen del haz luminoso proyectado que le llega desde un ángulo determinado.
- 30 **[0018]** Los métodos de perfilometría 2D que emplean la triangulación láser son conocidos *per se* y suelen utilizarse en diversos sectores industriales, como se describe por ejemplo en los documentos US 6621060 y US7423734. Consisten en proyectar una línea láser sobre una superficie y analizar la imagen de la misma con una cámara generalmente posicionada oblicuamente respecto al haz de láser. La empresa Keyence comercializa también perfilómetros 2D en forma de unidades compactas pero estas no se pueden instalar en la zona de colocación debajo del cabezal distribuidor, dada su particular geometría y el escaso espacio disponible en dicha zona de colocación. La invención permite superar esta dificultad utilizando un prisma cerca de la superficie inspeccionada, en la zona de colocación, para dirigir oblicuamente la imagen hacia la cámara; entonces se puede colocar esta última donde se prefiera y, en especial, trasladarla junto con la fuente luminosa y el resto del dispositivo
- 35 **[0019]** Como resultado, en la versión preferida de la invención, la cámara y la fuente de luz láser se alojan juntas en una unidad remota ubicada a distancia muy por encima del órgano o de los órganos de compactación, estando el prisma conectado a la unidad y a la cámara mediante un cajetín alargado colocado en vertical cerca del órgano o de los órganos de compactación. La expresión «muy por encima» de los órganos de compactación significa que no solo están por encima de los propios órganos de compactación, como los rodillos de compactación, sino también del sistema de soporte y arrastre que les permite moverse libremente en lo alto.
- 40 **[0020]** Cuando se aplica la invención a un cabezal distribuidor doble con dos órganos de compactación, el cajetín alargado se coloca, para su mayor aprovechamiento, en el espacio que separa los dos órganos de compactación.
- 45 **[0021]** Otra ventaja radica en que el dispositivo de control consta de dos conjuntos de unidad y prisma destinados a enmarcar los dos bordes de una cinta colocada.

[0022] Los dos conjuntos de unidad y prisma se montan, preferiblemente, con una separación modificable para que se adapten a la anchura de la cinta colocada.

5 **[0023]** La invención también se refiere a un procedimiento de control de la holgura entre cintas existente entre dos cintas preimpregnadas colocadas por un subconjunto de cabezal distribuidor para depositar en una herramienta de colocación una cinta preimpregnada llevada al subconjunto, que tiene más abajo al menos un órgano de colocación y un órgano de compactación de la cinta preimpregnada. El procedimiento de control de la holgura entre cintas utiliza un dispositivo de perfilometría que consta de una fuente de luz láser que proyecta un haz
10 luminoso sobre la superficie inspeccionada y de una cámara para captar la imagen del haz de luz proyectado. Dicho dispositivo se caracteriza porque dispone de un prisma situado cerca de la superficie inspeccionada en el eje de la cámara para enviar a la cámara la imagen del haz luminoso proyectado que le llega desde un ángulo determinado.

[0024] La invención permite emplear un equipo relativamente convencional y robusto, en especial en el caso
15 de la cámara, que no tiene que ser una microcámara ni una o una cámara-lápiz.

[0025] El procedimiento de la invención se pone en práctica de la mejor manera posible después de un paso previo de detección de posibles engrosamientos de los bordes de la cinta (debido a una superposición). El perfil del borde de una cinta (o del extremo de una cinta) es similar a un perfil de superposición y es útil que el programa
20 incluya la localización de los bordes de la cinta de modo que no las confunda con engrosamientos.

[0026] El procedimiento de detección automática de perfil según la invención se puede utilizar en primer lugar en un contexto preventivo para memorizar los controles y utilizarlos para optimizar la programación del cabezal distribuidor y luego, una vez efectuada la programación idónea, en un marco reparador, para enviar avisos cuando
25 se haya inspeccionado la superficie de cada capa y se encuentren deficiencias. El software de programación define qué zonas se inspeccionarán teniendo en cuenta las cintas ya colocadas.

[0027] Naturalmente, la invención se puede utilizar no solo para inspeccionar la holgura entre cintas sino también para controlar otros aspectos detectables mediante perfilometría, como los extremos de la cinta («end-of-
30 ply») o los contornos de la capa.

[0028] Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción de un ejemplo de realización. Se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

35 La figura 1 es una vista esquemática frontal de un cabezal distribuidor doble con el dispositivo de medición incorporado conforme a la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva del dispositivo de medición de la invención, aislado del cabezal distribuidor.

40 La figura 3 es una vista esquemática frontal en la que se ilustra el principio de la medición con el dispositivo de la invención.

Las figuras 4A y 4B son vistas esquemáticas en perspectiva frontal y lateral de la parte baja del cabezal distribuidor doble con el dispositivo de la invención, en una primera posición de los rodillos de compactación y con una primera
45 separación de las dos partes del dispositivo.

Las figuras 5A y 5B son vistas esquemáticas en perspectiva frontal y lateral de la parte baja del cabezal distribuidor doble con el dispositivo de la invención, en una segunda posición de los rodillos de compactación y con una segunda
50 separación de las dos partes del dispositivo.

La figura 6 representa cuatro disposiciones convencionales de cintas de carbono vistas desde arriba.

Las figuras 7A y 7B son representaciones esquemáticas laterales de dos cintas de carbono colocadas en situación de holgura y de superposición respectivamente.
55

[0029] Se empezará remitiéndose a las figuras. 6, 7A y 7B, que ilustran los esquemas de colocación de cintas compuestas (1) de fibras de carbono adheridas. Un componente se forma apilando en una herramienta de colocación (4) capas formadas por cintas colocadas. Para dar propiedades isotrópicas al producto, estas capas tienen distintas orientaciones –por ejemplo, respectivamente, a 0°, 90°, -45° y +45°– y el cabezal distribuidor las

apila alternándolas. Como se observa, se coloca una cinta (1) junto a una capa adyacente (1) dejando cierta holgura (2), del valor (d), que suele estar entre 0 y 2,5 mm. Conviene respetar y comprobar esa holgura, así como evitar el recubrimiento o la superposición (3), representada en la figura 7B.

5 **[0030]** La distribución de las capas unas encima de otras puede provocar inclinaciones localizadas, inferiores al 10 %, respecto al perfil constituido. Esas inclinaciones y la diferencia de niveles superficiales hacen que la observación que se puede hacer según un eje vertical (presuponiendo que la superficie apilada se deposita en un soporte horizontal) adolezca de errores: la superficie real observada puede estar unos milímetros por delante o por detrás de la superficie teórica observada y falsear la medición. Por eso el procedimiento y el dispositivo de la
10 invención dan prioridad a una observación oblicua de la superficie inspeccionada, iluminada por un haz de láser normal en la superficie de la herramienta (4). Este principio se representa en la figura 3.

[0031] El dispositivo de control (10) consta de un dispositivo de iluminación o fuente de luz láser (11) que proyecta un haz luminoso colimado (12) verticalmente sobre la superficie de la cinta (1) depositada en la herramienta
15 horizontal (4) o sobre varias capas ya apiladas sobre dicha herramienta (4). La fuente de láser (11) está junto a una cámara instalada en un eje vertical (14) paralelo y adyacente al haz de láser (12). La cámara (13) puede de este modo captar la cara oblicua (15) de un prisma derecho (16) que recibe los rayos (17) reflejados por la superficie de la cinta (1) tras ser refractados por el prisma (16). La fuente luminosa (11) y la cámara (13) están dentro de una
20 unidad (18) y se coloca un cajetín alargado (19) de la altura adecuada bajo la unidad (18) para que sostenga el prisma (16) en su extremo y proteja la imagen observada. Este prisma (16) tiene, por ejemplo, 10 mm de ancho en su cara horizontal y aplica una desviación de 27 ° a la imagen. La iluminación colimada (11) se puede lograr mediante LED láser, que proporcionan mayor precisión que una fuente de láser convencional. El cajetín alargado (19) también tiene aproximadamente 10 mm de ancho, lo que permite pasar entre los rodillos de una máquina distribuidora doble cuyos rodillos apenas estén separados. Así es posible «subir» todo el dispositivo de control,
25 excepto el prisma y su cajetín, por encima de los rodillos, hasta una zona protegida y más amplia, de modo que se obtenga la estructura que se describe a continuación, con las figuras 1, 2, 4A, 4B, 5A y 5B como referencias. El prisma (16), no obstante, sigue siendo de fácil acceso para su limpieza o sustitución.

[0032] La figura 1 muestra esquemáticamente el dispositivo (10) integrado en un cabezal distribuidor doble
30 (20) utilizado para un procedimiento de colocación de una o dos etapas. Este cabezal (20) está destinado a ser montado, con capacidad de moverse en distintos ejes (5 o incluso 6), en la parte inferior de una viga suspendida de un bastidor móvil por encima de la herramienta de colocación. La cinta compuesta se desenrolla de uno de los carretes (35 o 35') y, pasando por los terminales de corte (22), y en su caso de calentamiento, y por diversos elementos de guía y colocación (23), llega a la sección más baja del cabezal, el propio terminal de colocación (25),
35 que consta en especial de dos rodillos de compactación (30 y 30') montados mediante unas varillas retráctiles (31 y 31') en un conjunto de soporte y control de los rodillos (26). Los rodillos (30 y 30') tienen, por ejemplo, 60 mm de diámetro y, respectivamente, 300 mm y 150 mm de largo. Pueden replegarse hasta 25 mm hacia arriba. El espacio que queda horizontalmente entre las superficies de los rodillos (30 y 30') es, por ejemplo, de 14 mm: las figuras 1, 4A, 4B, 5A y 5B no están dibujadas a escala y, para mayor claridad, se ha exagerado el espacio entre los rodillos
40 (30 y 30'). En efecto, por ese espacio puede pasar el cajetín (19) del dispositivo de control (10) de forma que su prisma (16) llegue hasta la zona de colocación (25) entre los rodillos (30 y 30'). Por su parte, la unidad (18) que contiene la fuente de luz (11) y la cámara (13) está situada por encima de los rodillos. Puede sujetarse, por ejemplo, al conjunto (26) de soporte de los rodillos (30 y 30') mediante una escuadra (27).

45 **[0033]** La figura 2 representa de forma más detallada el montaje del dispositivo de control (10) en la escuadra (27). Por un lado, el dispositivo de control (10) es doble y consta de dos unidades (18), cada una con su fuente de luz (11), que emite un haz (12), y su cámara (13), situada por encima del cajetín alargado (19). Se monta cada unidad (18) en la pared vertical de la escuadra (27) de modo que pueda deslizarse horizontalmente gracias a unas correderas (28). El desplazamiento horizontal de las unidades (18) por esas guías correderas (28) se logra con unos
50 émbolos horizontales (29) sujetos a la escuadra (27) y cuyas varillas (29a) están conectadas a sus respectivas unidades (18).

[0034] Como muestran las figuras 4A, 4B, 5A y 5B, las dos unidades (18) del dispositivo de control (10) pueden adoptar configuraciones:

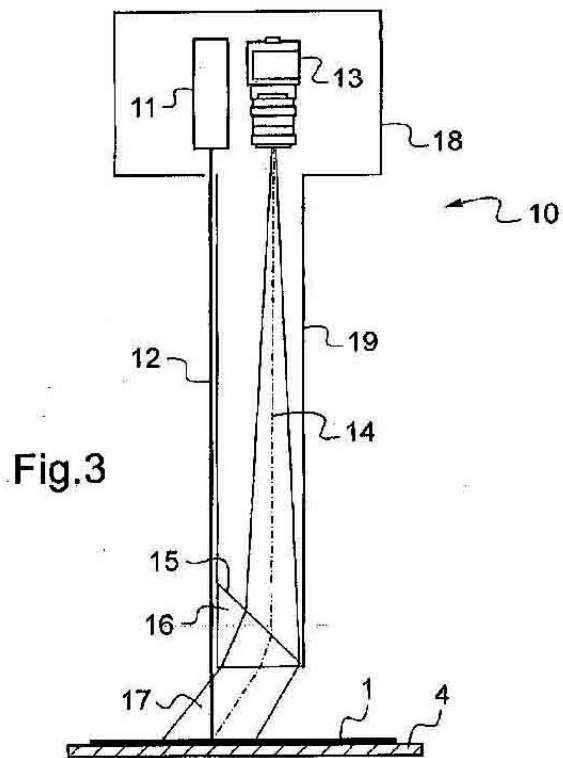
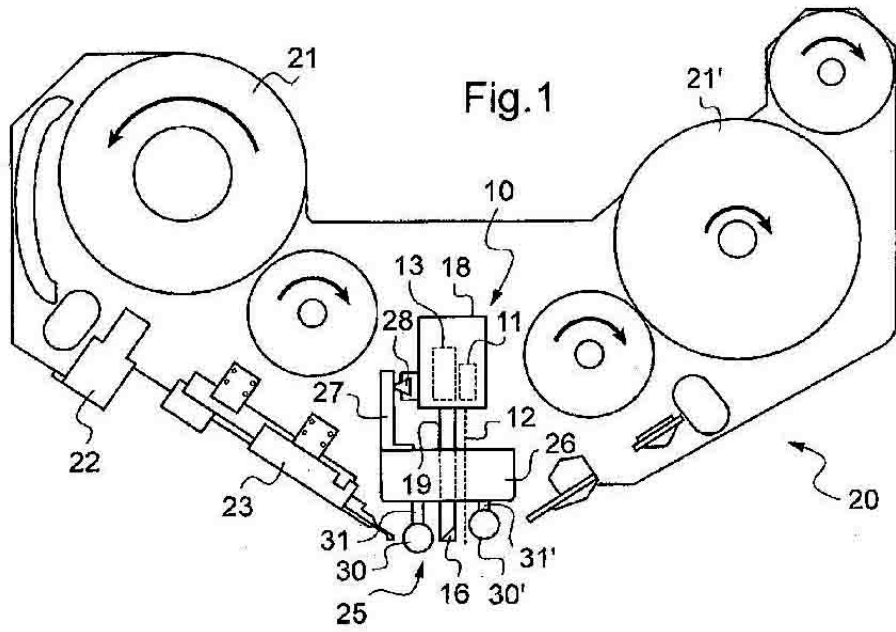
- 55
- de separación máxima, en las figuras 4A y 4B, con una separación (L1) por ejemplo de 300 mm (o unas 12 pulgadas) que permite controlar las holguras de bordes de cintas de 300 mm de ancho, o
 - de separación mínima, en las figuras 5A y 5B, con una separación (L2) por ejemplo de 150 mm (o unas 6 pulgadas) que permite controlar las holguras de bordes de cintas de 150 mm de ancho.

[0035] Gracias al dispositivo de control integrado conforme a la invención, se pueden efectuar muchas mediciones por segundo, por ejemplo de 10 a 100, que luego son procesadas por un ordenador adaptado conectado al autómata que dirige el cabezal distribuidor, y controlar así la calidad de la colocación de las capas.

5

REIVINDICACIONES

1. Subconjunto de cabezal distribuidor (20) para depositar en una herramienta de colocación una cinta preimpregnada (1) llevada al subconjunto, que tiene más abajo al menos un órgano de colocación (23) y un órgano de compactación (30 y 30') de la cinta preimpregnada, y un dispositivo de control (10) de la superficie de la cinta y, especialmente, de la holgura entre cintas, siendo este dispositivo (10) un dispositivo de perfilometría que consta de una fuente de luz láser (11) que proyecta un haz luminoso sobre la superficie inspeccionada y de una cámara (13) para captar la imagen del haz de luz proyectado, **caracterizado porque** el dispositivo cuenta con un prisma (16) situado cerca de la superficie inspeccionada en el eje de la cámara (13) para enviar a la cámara (13) la imagen del haz luminoso proyectado que le llega desde un ángulo determinado.
2. Subconjunto según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la cámara (13) y la fuente luminosa (11) están juntas dentro de una unidad (18) remota ubicada a distancia muy por encima del órgano o de los órganos (30 y 30') de compactación, estando el prisma (16) conectado a la unidad (18) y a la cámara (13) mediante un cajetín alargado (19) colocado en vertical cerca del órgano o de los órganos de compactación (30 y 30').
3. Subconjunto según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cabezal distribuidor (10) es doble y el cajetín alargado (19) está en el espacio que separa los dos órganos de compactación (30 y 30').
4. Subconjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el dispositivo de control (10) consta de dos conjuntos de unidad (18) y prisma (16).
5. Subconjunto según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los dos conjuntos de unidad (18) y prisma (16) se montan con una separación modificable.
6. Procedimiento de control de la holgura entre cintas existente entre dos cintas preimpregnadas colocadas por un subconjunto de cabezal distribuidor (20) para depositar en una herramienta de colocación una cinta preimpregnada (1) llevada al subconjunto, que tiene más abajo al menos un órgano de colocación (23) y un órgano de compactación (30 y 30') de la cinta preimpregnada. El procedimiento de control de la holgura entre cintas utiliza un dispositivo de perfilometría que proyecta un haz luminoso sobre la superficie inspeccionada y de una cámara (13) para captar la imagen del haz de luz proyectado, **caracterizado porque** la imagen se refracta con determinado ángulo en un prisma (16) situado cerca de la superficie inspeccionada y se orienta hacia el eje de la cámara (13).



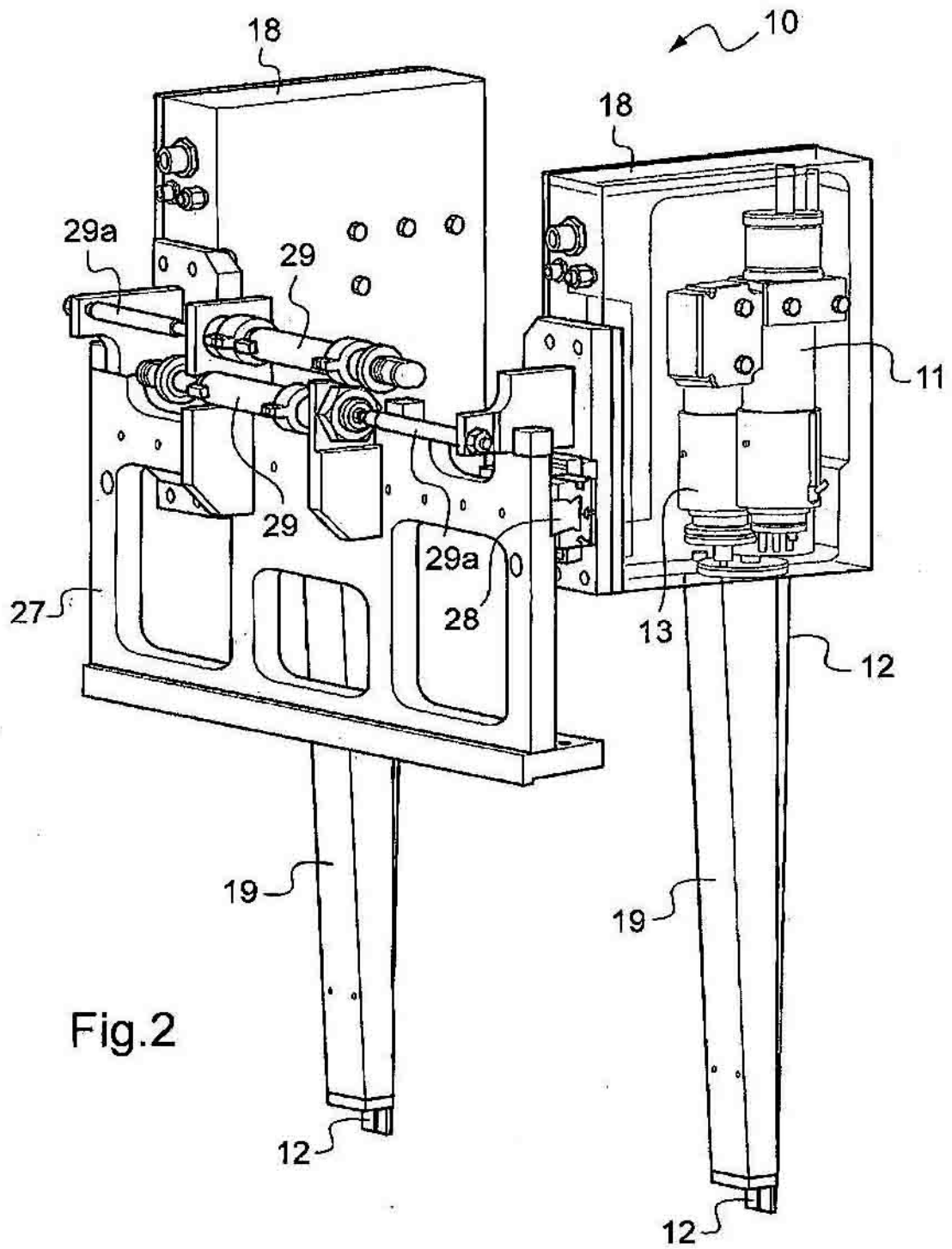


Fig. 2

Fig.4A

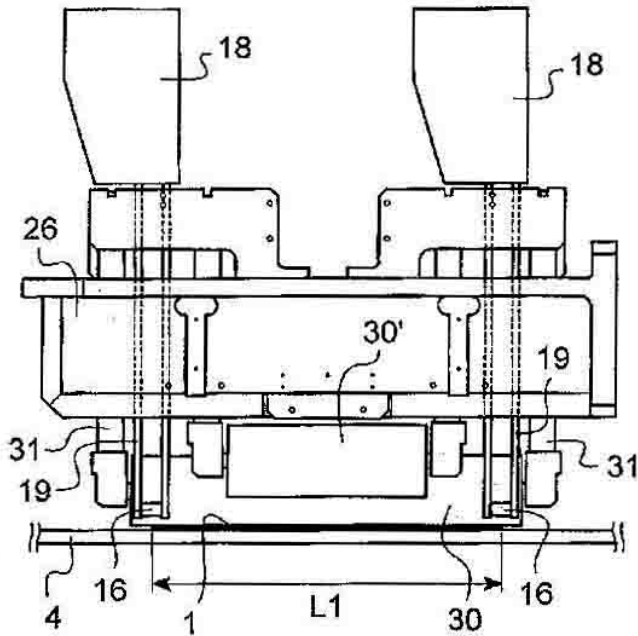


Fig.4B

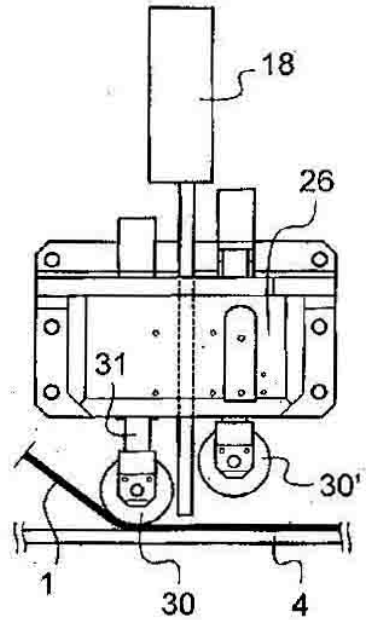


Fig.5A

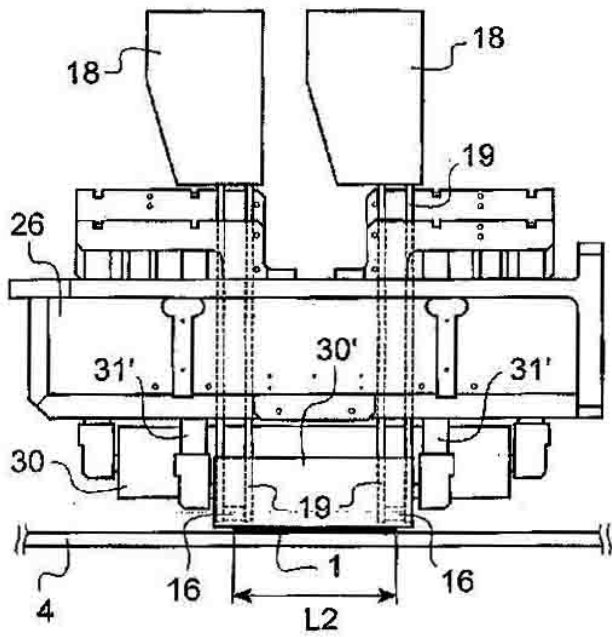


Fig.5B

